

总理基金项目

华北地区节水型 农业技术

胡毓骐 李英能 等编著

中国农业科技出版社

- 总理基金项目
- 中国农科院科技专著
出版基金资助

华北地区节水型农业技术

胡毓骐 李英能 等编著

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

华北地区节水型农业技术 / 胡毓骐等编著. —北京: 中国农业科技出版社, 1995. 12

总理基金项目

ISBN 7-80119-043-2

I. 华… II. 胡… III. 农业, 节水型—农业技术—华北地区 IV. S27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 18211 号

责任编辑
责任校对
出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

张 荣 莉

李 漪

中国农业科技出版社

(北京海淀白石桥路 30 号)

新华书店北京发行所发行

中央民族大学印刷厂

787×1092 毫米 1/16 印张, 22 插页: 4

1-1500 册 字数: 514 千字

1995 年 12 月第一版 1995 年 12 月第一次印刷

50.00 元

开展科学

研究，为节水
型农业做出更
大的贡献。

李响

一九九〇年育
十五日于新乡



李鹏总理 1990 年 6 月视察水利部、中国农业科学院农田灌溉研究所并检查了节水灌溉设备



在清丰示范区领导和专家查看用虹吸管向农田灌水的情况



李鹏总理视察作物灌溉需水量试验场



清丰示范区的引黄灌溉分水闸



夏县示范区田间拉板式多孔闸管
灌溉系统



夏县示范区正在铺设混凝土
低压输水管道



廊坊示范区田间多孔闸管灌溉试验



清丰示范区农渠向田间配水的
插管正在放水



夏县示范区农民正在铺设田间
滴灌毛管



廊坊示范区的果园微喷灌

廊坊示范区小麦覆盖秸秆试验



廊坊示范区玉米覆盖秸秆试验



夏县示范区棉、瓜套种、塑料薄膜覆盖试验



清丰示范区玉米田麦秸覆盖试验



清丰示范区小麦玉米一体化栽培高产节水示范田

总理基金课题 华北地区节水型农业技术体系研究与示范 示范区验收会



总理基金项目于1994年通过验收、鉴定

内 容 提 要

水资源短缺,供水不足,已成为全球性的问题,华北地区更是如此。1990年6月,李鹏总理在水利部原部长杨振怀、农业部原副部长王连铮等领导同志的陪同下,视察了水利部、中国农业科学院农田灌溉研究所,并题词“开展科学研究,为节水型农业做出更大的贡献。”

本书是在完成总理基金项目“华北地区节水型农业技术体系研究与示范”的基础上,总结最新研究成果和节水型农业技术与实践经验,撰写了《华北地区节水型农业技术》这部专著。

该书分十一章,论述了华北地区的基本情况,节水型农业标准和分区,农业水资源合理开发利用技术,以提高水的利用率和水的利用效率为主的节水灌溉工程技术、农业节水技术、节水管理技术,并由上述技术组成的节水型农业技术体系。为便于应用这些技术,书中又专门介绍了节水型农业技术体系专家系统和在不同类型区的规划设计实例。

该书既有理论论述,又有技术措施,内容丰富,简明实用,可供大专院校师生、行政领导干部和广大农业科技人员参考。

华北地区节水型农业技术

撰稿人员与分工

绪 论	胡毓骐			
第一章	李成秀	吴景社		
第二章	李英能	黄修桥		
第三章	孙雪峰	张建录		
第四章	廖永诚	樊志升	狄美良	龚时宏
第五章	张祖新	樊志升		
第六章	陈玉民	肖俊夫		
第七章	甘吉生	沈桂琴	凌碧莹	蔡典雄
第八章	黄宝全	沈菊艳		
第九章	李英能	胡毓骐		
第十章	田明元	牟占生		
第十一章	吴高巍	廖永诚	吉光泽	樊志升

前 言

水是生命之源,是人类生存和社会发展不可缺少的基本条件。水资源短缺,供水不足,已成为全球性问题。当今,大多数国家和地区,特别是发展中国家,普遍受到供水不足和水源污染的严重威胁。

我国是一个水资源相对贫乏的国家,人均水资源占有量 2330m^3 ,居世界第 88 位,相当世界平均值的 $1/4$ 。从地区分布看,华北地区人均仅 404m^3 ,不及全国平均数的 $1/6$,为世界平均数的 $1/24$,其中海河流域还不足 400m^3 ,与水资源奇缺的以色列接近。海滦河流域以占全国 1.6% 的水资源量负担了全国 12.7% 的耕地。近年来,华北地区为发展工农业生产而超量开采地下水,已出现五十多处地下水漏斗区,有的漏斗区中心水位累计下降 $10\sim 30\text{m}$,最深达 70m ,加剧了农业用水的供需矛盾。我国水资源短缺,目前农业用水浪费又很大,不少灌区尤其是北方灌区,由于绝大部分为土渠,采用传统的地面灌水技术,土地不够平整和管理不善等原因,自流渠灌区灌溉水的利用系数一般不到 0.4 ,井灌区也只有 0.6 左右,与发达国家相比要低 $0.2\sim 0.4$ 。在灌溉水生产效率方面,我国和发达国家相比差距更大,目前国际上先进的节水技术,每立方米水生产粮食已达 2.32kg ,而我国还不足 1kg 。我国是人口众多的农业大国,农业用水占总用水量的 80% 以上,节水的最大潜力在农业用水。发展节水型农业不仅是缓解当前农业用水紧缺必须选择的正确道路,也是我国农业可持续发展的一项长期战略任务。

水利部、中国农业科学院农田灌溉研究所自“六五”开始就把农业节水列为该所科研和科技开发的重点任务。1990年6月15日,李鹏总理在水利部原部长杨振怀、农业部原副部长王连铮等领导同志的陪同下,视察了水利部、中国农业科学院农田灌溉研究所并亲笔题词:“开展科学研究,为节水型农业做出更大的贡献。”同时下达了开发“华北地区节水型农业技术体系研究与示范”的研究任务。该项目由农田灌溉所主持,中国农业科学院作物育种栽培研究所、土壤肥料研究所和河南省清丰县、山西省夏县及河北省廊坊市安次区人民政府等单位参加,经过三年多的协作努力,圆满地完成了预定的研究与示范任务。在合理开发利用水资源、工程节水技术、农业节水技术、管理节水技术、节水型农业发展宏观决策等方面做了大量的试验研究工作,不仅对水从水源开始,通过输水、配水、灌水到田间,直到作物吸收利用等各个环节均分别取得一批单项节水科技新成果,而且还将这些单项技术组合在一起,通过综合分析研究,提出了适合华北地区的引黄补源井渠结合区、黄土丘陵井灌区和严重缺水井灌旱农区等三种主要类型地区应用的成套节水型农业技术体系。这种把工程、农业、管理等措施有机地结合,充分发挥节水、增产、高效、低耗的综合效益,是农业节水研究和开发中的一项开创性工作,正如1994年10月由农业部组织对该项目验收和鉴定时专家们一致认为的“研究成果的科学水平高,工作量大,密切结合华北地区实情,多学科结合,综合性实用性强,在研究与示范的总体水平上,已达到了国内领先水平。”

根据国民经济对农业发展的要求,到2000年要达到年产5000亿kg粮食,即到本世纪末,要求平均每年新增500亿kg粮食。要完成粮、棉等增产任务,必须扩大灌溉面积,提高土

地的生产能力,同时还必须实施节水灌溉农业工程、旱地农业工程和加强对水资源的管理、保护,所有这一切均涉及如何从实际出发建设好节水型农业技术,促使科技成果在较大范围内转化为生产力。在水利部、中国农业科学院农田灌溉研究所的主持下,组织了参加该项目研究、示范工作的技术骨干力量,以该项目试验研究成果为主要材料,撰写了《华北地区节水型农业技术》这部专著,希望能对全国特别是对华北地区发展节水型农业技术发挥作用。

节水型农业是技术进步的产物,也是现代化农业的重要内涵,其核心是采取水利工程、农业栽培、用水管理等综合措施,把有限的农业用水的利用率和水分生产效率提高到一个新水平。它不可能一蹴而就,只能在现代技术和经济实力的支撑下逐步向更高标准靠近。在这方面我们已经取得了一批成果,为建立适合我国国情的节水型农业技术体系打下了一个良好的基础。但随着经济的不断发展,人民生活需求水平的日益提高,对节水型农业技术亦会提出更高的要求。目前,在重点综合推广应用现有节水型农业技术的同时,还要不断开拓新的研究,开发新的领域,使我国的节水型农业技术及运行机制日益发展、完善,并牢固建立起具有我国特色的节水型农业。这将需要我们几代人对此作出不懈的努力,也是我们应尽的历史责任。

全书由胡毓骐、李英能主编并审定。各章节的撰写与分工如前所述。本书在撰写过程中,紧密结合华北地区的科研与生产实际,科学性与实用性并重,既注重了节水农业基本理论的综合,又介绍了各种节水农业实用技术;既有我国优良的传统节水农业技术,又有实用的现代化节水农业技术;既以总理基金项目技术成果为主,同时又吸收利用了过去本单位及外单位在华北地区的节水农业研究资料。

参加总理基金项目“华北地区节水型农业技术体系研究与示范”的人员有:水利部、中国农业科学院农田灌溉研究所的胡毓骐、李英能、刁绍全、陈玉民、吉光泽、孙雪峰、廖永诚、黄宝全、吴高巍、郑仁塘、张祖新、李成秀、田明元、吴景社、张建录、高军省、张德山、聂宪江、师哲、狄美良、郭志新、肖俊夫、刘德邻、王广兴、龚时宏、黄修桥、沈菊艳、张文亮、曹建斌、翟国亮、刘建华、齐学斌、谢建民、成兴广、樊志升、刘云发、王万欣、白清俊、牟占生、陈君礼、祖正学、白晓君、张爱武、谢力、杨保安;中国农业科学院作物育种栽培研究所的朱遐龄、甘吉生、佟屏亚、凌碧莹、赵广才、周万荣、朱光、刘利华;中国农业科学院土壤肥料研究所的沈桂琴、李鸿钧、荣向农、张镜清、蔡典雄、张美荣;河南省清丰县的万双奎、杜一民、梁瑞群、刘双增、靳增田、翟守民、周兆庆、罗志信;山西省夏县的牛守正、吴先保、芦景申、许文志、石喜伴、孙玉平、丁一珍、张长廷、车汝林、郭永跃、张官章、薛广章;河北省廊坊市的李向党、张德友、祁贵仁共82名。因此,本书也是上述这些同志共同劳动的结晶。

在完成总理基金项目的过程中,得到了水利部、农业部、中国农业科学院许多领导、专家的指导和帮助;三个示范区所在地区的河南省、山西省和河北省的各级领导部门也给予了大力支持以及提供了良好的研究和示范工作条件,在此一并表示衷心的感谢。

我们撰写本书的目的,一方面希望对华北地区发展节水农业尽一点微薄力量,另一方面试想以此书作为引玉之砖,促进我国节水型农业科学研究工作。由于时间仓促,水平所限,书中不妥或疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

胡 毓 骐

1995年8月

目 录

绪论	(1)
第一章 华北地区自然条件、农业生产与社会经济状况	(4)
第一节 自然条件	(4)
一、地形地貌	(4)
二、气候特征	(4)
三、土壤	(5)
四、河流水系及水文地质状况	(6)
第二节 农业生产与社会经济状况	(8)
一、农业生产状况	(8)
二、社会经济状况	(11)
第三节 水资源开发利用	(14)
一、水资源总量	(14)
二、水资源特点	(14)
三、水资源开发利用现状	(16)
第四节 节水型农业现状与发展方向	(20)
一、节水型农业发展现状	(20)
二、存在问题	(22)
三、节水型农业发展方向	(23)
第二章 华北地区节水型农业分区和发展预测	(26)
第一节 节水型农业分区	(26)
一、分区的原则	(26)
二、分区的方法	(26)
三、分区描述	(32)
第二节 节水型农业标准	(35)
一、节水型农业标准的概念	(35)
二、节水型农业标准的有关指标	(36)
三、节水型农业标准的指标体系	(39)
第三节 节水型农业发展预测与对策	(41)
一、预测的基本原则	(41)
二、农业生产发展要求预测	(41)
三、水、土资源调查与预测	(43)
四、节水型农业发展规模预测	(43)
五、节水型农业发展对策	(48)
第三章 农业水资源合理开发利用	(52)

第一节 水资源评价方法	(53)
一、水资源量计算	(53)
二、水资源评价	(63)
第二节 水资源供需平衡分析	(66)
一、水资源供需平衡分析的主要内容与方法	(66)
二、供需平衡分析实例:夏县平川区水资源供需平衡分析	(67)
第三节 水资源合理开发利用技术的研究与实践	(70)
一、浅、薄粉细砂层地下水开发利用技术	(70)
二、滤料塞式过滤器的研制与应用	(72)
三、引黄补源、以灌代补技术	(75)
第四章 节水灌溉工程技术	(81)
第一节 适合华北地区应用的节水灌溉工程技术	(81)
一、低压管道输水灌溉工程技术	(81)
二、渠道防渗工程技术	(83)
三、喷灌工程技术	(85)
四、微灌工程技术	(87)
第二节 丘陵地区节水灌溉工程技术	(89)
一、节水灌溉工程技术的优化选择	(89)
二、丘陵地区低压管道输水灌溉工程技术	(94)
三、坡地多种节水灌溉技术联合运用	(109)
第三节 平原井灌区节水灌溉工程技术	(112)
一、低压管灌工程的管道系统布置	(113)
二、输水管道工程设计	(115)
三、低压管灌工程的施工安装技术	(120)
第四节 引黄补源灌区节水灌溉工程技术	(124)
一、选择引黄补源节水灌溉工程的原则和采取的途径	(125)
二、引黄补源提灌与井灌联合运用方式	(125)
三、引黄提灌与井灌联合运用工程系统	(126)
四、引黄补源提灌与井灌联合运用效果	(130)
第五章 田间节水灌溉技术	(135)
第一节 田间节水灌溉技术改造	(135)
一、小畦灌水技术	(135)
二、间歇灌水技术	(138)
三、丘陵地区的畦灌技术	(142)
第二节 田间节水灌溉设备	(145)
一、低压管道输水灌溉田间节水灌溉设备	(145)
二、渠道输水灌溉田间节水灌溉设备	(157)
第三节 农村庭院作物节水灌溉技术	(158)

一、微灌形式的选择	(159)
二、微灌系统类型的选择	(159)
三、微灌系统布置	(159)
四、微灌工程规划设计	(161)
第六章 节水灌溉制度	(168)
第一节 节水灌溉的土壤水分控制标准.....	(168)
第二节 主要农作物节水高产的需水量与需水规律.....	(170)
一、冬小麦	(170)
二、夏玉米	(175)
三、棉花	(178)
第三节 主要农作物节水灌溉制度与非充分灌溉问题.....	(181)
一、主要农作物节水灌溉制度分析	(181)
二、非充分灌溉问题	(185)
三、储水灌溉	(188)
第四节 农田灌溉用水动态管理.....	(190)
一、农田灌溉用水动态管理的意义与基本思路	(190)
二、农田灌溉用水动态管理的程序	(190)
三、用时域反推法进行灌水预报	(190)
第七章 主要农作物节水、增产、低耗综合栽培技术	(195)
第一节 作物生产中主要问题及节水、增产、低耗生理生态基础.....	(195)
一、作物生产中的主要问题	(195)
二、农作物节水、增产、低耗的生理生态基础与途径	(196)
第二节 选用节水高产良种.....	(198)
一、节水高产作物品种的概念和内涵	(199)
二、主要作物的适宜良种与布局搭配	(199)
第三节 施肥效应与最佳施肥量.....	(201)
一、化肥增产效应与最佳施肥量	(201)
二、合理施肥与水分利用效率	(205)
第四节 非腐解有机物培肥土壤的机理与效果.....	(205)
一、增加土壤有机质,改善土壤腐殖质品质.....	(205)
二、增强土壤酶的生物活性	(206)
三、改善土壤理化性状	(207)
四、提高作物植株叶绿素含量,增强光合作用能力.....	(209)
五、翻压秸秆的增产效果	(209)
第五节 覆盖培肥与保墒技术.....	(211)
一、覆盖培肥效果	(211)
二、覆盖的节水效应	(212)
三、覆盖对提高农田水分利用效率的作用	(214)

四、覆盖的增产效果	(216)
第六节 作物节水高产的化学控制技术	(217)
一、节水抗旱的化控物质及其化控生物学基础	(218)
二、化学物质在节水抗旱中的应用技术	(220)
第七节 作物节水、高产、低耗栽培技术	(225)
一、冬小麦节水、高产、低耗栽培技术	(225)
二、玉米节水、高产、低耗综合栽培技术	(228)
三、冬小麦、夏玉米一体化节水、高产栽培技术	(230)
第八章 节水管理技术	(234)
第一节 农业水资源综合管理与保护	(234)
一、概述	(234)
二、农业水资源的构成	(234)
三、农业水资源综合管理与保护的必要性和紧迫性	(235)
四、农业水资源综合管理与保护的主要内容及措施	(235)
五、农业水资源综合管理与保护的几个典型	(238)
第二节 机井统管运行机制与服务体系	(245)
一、机井统管运行机制	(245)
二、水利服务体系	(248)
第三节 灌溉管理制度的完善与实施	(249)
一、加强宣传教育,提高水管理意识	(249)
二、重视农业与水利措施综合管理	(250)
三、建立信息管理体系	(250)
四、加强土壤水资源和地下水资源的管理	(251)
第四节 灌溉量水设备	(253)
一、便携滑片式农用水表	(254)
二、柱形量水槽	(255)
三、自记转轮量水计	(256)
第九章 华北地区节水型农业技术体系	(258)
第一节 节水型农业技术体系的内涵	(258)
一、农业水资源开发利用子系统	(258)
二、输水工程节水技术子系统	(261)
三、田间节水技术子系统	(261)
四、生物节水技术子系统	(262)
五、管理节水技术子系统	(263)
第二节 主要类型区的节水型农业技术体系	(263)
一、海河平原引黄补源区节水型农业技术体系	(264)
二、黄土丘陵缺水區节水型农业技术体系	(266)
三、海河平原严重缺水區节水型农业技术体系	(268)

第三节 节水型农业技术体系的应用与效果	(272)
一、清丰节水型农业示范区	(272)
二、夏县节水型农业示范区	(274)
三、廊坊节水型农业示范区	(277)
第十章 华北地区节水型农业技术体系专家系统	(280)
第一节 NCWSA 系统建立的基础和意义	(280)
第二节 NCWSA 系统的组成	(281)
一、专家系统的一般结构	(281)
二、节水农业技术体系的组成	(281)
三、NCWSA 系统的组成	(281)
四、知识获取及知识表示	(283)
第三节 NCWSA 系统咨询内容	(284)
一、节水型农业技术体系方案	(284)
二、节水技术措施	(286)
第四节 NCWSA 系统功能及运行方式	(290)
一、NCWSA 系统功能	(290)
二、NCWSA 系统的运行方式	(291)
三、NCWSA 系统运行环境	(295)
第五节 NCWSA 系统软件设计与实现	(295)
一、知识获取子系统的设计	(296)
二、NCWSA 系统的推理机设计	(297)
三、人-机接口设计	(298)
四、Turbo Prolog 与 dBASE 及 Turbo C 语言的接口	(299)
五、Turbo Prolog 模块化程序设计技术	(302)
六、NCWSA 系统开发中的编程经验	(305)
第十一章 节水型农业工程规划设计实例	(307)
第一节 河南清丰县引黄补源灌区节水型农业工程规划设计	(307)
一、基本情况	(307)
二、水资源状况	(308)
三、引黄补源区划及节水工程类型	(308)
四、输水节水工程	(309)
五、工程经济分析	(316)
第二节 山西夏县黄土丘陵深井区节水型农业工程规划设计	(317)
一、基本情况	(317)
二、示范区水资源供需平衡分析	(318)
三、示范区工程规划布置	(320)
四、灌溉制度设计	(321)
五、灌溉用水量	(323)